

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	8	3.1.2. Миоэлектростимуляция . . . . .	86
<b>Часть первая</b>		3.1.3. Интерференцтерапия . . . . .	89
<b>Общие сведения</b>		3.1.4. Флюктуоризация . . . . .	93
<b>Глава 1. Введение в физиотерапию</b>	10	3.2. Среднечастотная электротерапия . . . . .	95
1.1. Основные понятия . . . . .	10	3.2.1. Местная дарсонвализация . . . . .	95
1.2. История развития . . . . .	12	3.2.2. Ультратонотерапия . . . . .	97
1.3. Законы физиотерапии . . . . .	25	Тестовые задания . . . . .	98
1.4. Доказательная физиотерапия . . . . .	28	Рекомендуемая литература . . . . .	101
1.5. Инновационные технологии в физиотерапии . . . . .	30	<b>Глава 4. Лечебное применение электрического и магнитного полей</b>	101
1.6. Основные принципы лечебного применения физических факторов . . . . .	31	4.1. Электрическое поле . . . . .	101
Рекомендуемая литература . . . . .	41	4.1.1. Франклинизация . . . . .	101
<b>Часть вторая</b>		4.1.2. Ультравысокочастотная терапия . . . . .	102
<b>Лечебное применение факторов электромагнитной природы</b>		4.2. Магнитное поле . . . . .	107
<b>Глава 2. Лечебное применение постоянного и импульсного электрического тока</b>	43	4.2.1. Импульсная магнитотерапия . . . . .	107
2.1. Электротерапия постоянным током . . . . .	43	4.2.2. Низкочастотная магнитотерапия . . . . .	110
2.1.1. Гальванизация . . . . .	43	4.2.3. Магнитотерапия бегущим магнитным полем . . . . .	113
2.1.2. Лекарственный электрофорез . . . . .	49	4.2.4. Высокочастотная магнитотерапия . . . . .	114
2.1.3. Микрополяризация . . . . .	54	Тестовые задания . . . . .	117
2.2. Импульсная электротерапия . . . . .	55	Рекомендуемая литература . . . . .	121
2.2.1. Электросонотерапия . . . . .	55	<b>Глава 5. Лечебное применение электромагнитных излучений</b>	121
2.2.2. Транскраниальная электроаналгезия . . . . .	57	5.1. Сверхвысокочастотная электротерапия . . . . .	121
2.2.3. Электроимпульсная терапия . . . . .	60	5.1.1. Дециметроволновая терапия . . . . .	121
2.2.4. Диадинамотерапия . . . . .	66	5.1.2. Сантиметроволновая терапия . . . . .	123
2.2.5. Короткоимпульсная электроаналгезия . . . . .	71	5.2. Крайне высокочастотная электротерапия . . . . .	125
2.2.6. Биорегулируемая электронейростимуляция . . . . .	73	5.2.1. Миллиметроволновая терапия . . . . .	125
2.2.7. Электропунктура . . . . .	75	5.2.2. Микроволновая резонансная терапия . . . . .	127
Тестовые задания . . . . .	76	Тестовые задания . . . . .	128
Рекомендуемая литература . . . . .	81	Рекомендуемая литература . . . . .	129
<b>Глава 3. Лечебное применение переменного электрического тока</b>	82	<b>Глава 6. Лечебное применение электромагнитных волн оптического излучения (фототерапия)</b>	130
3.1. Низкочастотная электротерапия . . . . .	82	6.1. Инфракрасное облучение . . . . .	130
3.1.1. Амплипульстерапия . . . . .	82	6.2. Хромотерапия . . . . .	133
		6.2.1. Неселективная хромотерапия . . . . .	133

6.2.2. Селективная хромотерапия . . . . .	134	9.5.1. Вентиляция с положительным давлением к концу выдоха . . . . .	201
6.3. Ультрафиолетовое облучение . . . . .	136	9.5.2. Вентиляция с непрерывным положительным давлением . . . . .	202
6.3.1. Длинноволновое облучение . . . . .	137	9.5.3. Осцилляторная модуляция дыхания . . . . .	203
6.3.2. ПУВА-терапия . . . . .	141	9.6. Лечебное применение дыхательных смесей . . . . .	204
6.3.3. Средневолновое облучение . . . . .	144	9.6.1. Нормобарическая гипокситерапия . . . . .	204
6.3.4. Коротковолновое облучение . . . . .	148	9.6.2. Оксигенобаротерапия . . . . .	205
6.4. Лазеротерапия . . . . .	151	9.6.3. Длительная малопоточная оксигенотерапия . . . . .	207
6.4.1. Низкоинтенсивная лазеротерапия . . . . .	151	9.6.4. Оксигенотерапия . . . . .	209
6.4.2. Высокоинтенсивная лазеротерапия . . . . .	156	Тестовые задания . . . . .	210
6.4.3. Фотодинамическая терапия . . . . .	159	Рекомендуемая литература . . . . .	211
Тестовые задания . . . . .	159		
Рекомендуемая литература . . . . .	163		
<b>Часть третья</b>			
<b>Лечебное применение факторов механической природы</b>			
<b>Глава 7. Лечебное применение механических напряжений . . . . .</b>			
7.1. Лечебный массаж . . . . .	165	<b>Глава 10. Лечение искусственно измененной воздушной средой . . . . .</b>	211
7.2. Механическое вытяжение позвоночника . . . . .	170	10.1. Аэроионотерапия . . . . .	211
7.3. Аутореклинация позвоночника . . . . .	171	10.2. Аэрозольтерапия . . . . .	214
7.4. Подводное вытяжение позвоночника . . . . .	173	10.3. Галоаэрозольная терапия . . . . .	220
7.5. Статическая релаксация позвоночника . . . . .	174	10.3.1. Галотерапия . . . . .	220
7.6. Дистанционная ударно-волновая терапия . . . . .	175	10.3.2. Галоингаляционная терапия . . . . .	222
7.7. Компрессионное лечение . . . . .	177	10.4. Аэрофитотерапия . . . . .	224
Тестовые задания . . . . .	178	10.5. Терапия экзогенным оксидом азота (НО-терапия). . . . .	225
Рекомендуемая литература . . . . .	179	Тестовые задания . . . . .	226
		Рекомендуемая литература . . . . .	227
<b>Глава 8. Лечебное применение механических колебаний . . . . .</b>	179	<b>Часть четвертая</b>	
8.1. Вибротерапия . . . . .	179	<b>Лечебное применение факторов термической природы</b>	
8.2. Вибровакуум-терапия . . . . .	180	<b>Глава 11. Гидротерапия . . . . .</b>	228
8.3. Вибромассажная релаксация . . . . .	182	11.1. Души . . . . .	229
8.4. Альфа-массаж . . . . .	182	11.2. Ванны . . . . .	233
8.5. Эндермотерапия . . . . .	183	11.2.1. Пресные ванны . . . . .	233
8.6. Аудиовизуальная полисенсорная релаксация . . . . .	184	11.2.2. Ароматические ванны . . . . .	236
8.7. Ультразвуковая терапия . . . . .	185	11.2.3. Газовые ванны . . . . .	238
8.8. Лекарственный ультрафонофорез . . . . .	189	11.2.4. Озоновые ванны . . . . .	240
Тестовые задания . . . . .	192	11.3. Колоногидротерапия . . . . .	241
Рекомендуемая литература . . . . .	195	11.4. Бани . . . . .	243
		11.4.1. Паровая баня . . . . .	243
<b>Глава 9. Баротерапия . . . . .</b>	195	11.4.2. Суховоздушная баня . . . . .	245
9.1. Сегментарная (локальная) баротерапия . . . . .	195	Тестовые задания . . . . .	248
9.2. Прессотерапия . . . . .	197	Рекомендуемая литература . . . . .	249
9.3. Гипербаротерапия . . . . .	198	<b>Глава 12. Термотерапия . . . . .</b>	250
9.4. Гипербаротерапия . . . . .	200	12.1. Теплотерапия . . . . .	250
9.5. Вспомогательная вентиляция легких . . . . .	201	12.1.1. Парафинотерапия . . . . .	250
		12.1.2. Озокеритотерапия . . . . .	251
		12.1.3. Пакетная теплотерапия . . . . .	252
		12.2. Криотерапия . . . . .	253
		12.2.1. Локальная криотерапия . . . . .	253
		12.2.2. Общая криотерапия . . . . .	255
		Тестовые задания . . . . .	257
		Рекомендуемая литература . . . . .	258



## Часть пятая

### Природные лечебные факторы (курортная терапия)

#### Глава 13. Климатотерапия . . . . . 259

- 13.1. Физическая характеристика климатолечебных факторов и основы их лечебного действия . . . . . 259
  - 13.2. Медицинская характеристика климата основных природных зон . . . . . 261
    - 13.2.1. Континентальные климаты . . . . . 261
    - 13.2.2. Морские климаты . . . . . 264
  - 13.3. Аэротерапия . . . . . 265
    - 13.3.1. Продолжительная аэротерапия . . . . . 265
    - 13.3.2. Воздушные ванны . . . . . 267
  - 13.4. Спелеотерапия . . . . . 269
  - 13.5. Гелиотерапия . . . . . 271
  - 13.6. Талассотерапия . . . . . 276
  - 13.7. Вариантная климатотерапия . . . . . 277
- Тестовые задания . . . . . 280  
Рекомендуемая литература . . . . . 281

#### Глава 14. Бальнеотерапия . . . . . 282

- 14.1. Характеристика и классификация минеральных вод . . . . . 282
  - 14.2. Минеральные ванны . . . . . 286
    - 14.2.1. Хлоридные натриевые ванны . . . . . 286
    - 14.2.2. Йодобромные ванны . . . . . 288
    - 14.2.3. Кремнистые ванны . . . . . 289
  - 14.3. Минерально-газовые ванны . . . . . 291
    - 14.3.1. Углекислые ванны . . . . . 291
    - 14.3.2. Сероводородные ванны . . . . . 293
    - 14.3.3. Радоновые ванны . . . . . 296
  - 14.4. Минеральные питьевые воды . . . . . 298
    - 14.4.1. Питьевое лечение минеральными водами . . . . . 298
- Тестовые задания . . . . . 305  
Рекомендуемая литература . . . . . 308

#### Глава 15. Пелоидотерапия . . . . . 308

- 15.1. Характеристика и классификация лечебных грязей . . . . . 308
  - 15.2. Лечебное применение грязей . . . . . 311
- Тестовые задания . . . . . 315  
Рекомендуемая литература . . . . . 317

#### Глава 16. Санаторно-курортное лечение . . . . . 317

- 16.1. Характеристика и основные виды курортов . . . . . 317
- 16.2. Климатоадаптация больных на курорте . . . . . 319
- 16.3. Основные типы санаторно-курортных учреждений и принципы организации их работы . . . . . 324

- 16.4. Принципы организации лечебной работы санатория . . . . . 325
  - 16.5. Порядок отбора и направления больных на санаторно-курортное лечение . . . . . 327
- Тестовые задания . . . . . 330  
Рекомендуемая литература . . . . . 332

## Часть шестая

### Физиотерапия в системе медицинской помощи

#### Глава 17. Физиотерапия типовых патологических процессов . . . . . 333

- 17.1. Принципы физиотерапии боли . . . . . 333
  - 17.2. Принципы физиотерапии воспаления . . . . . 336
  - 17.3. Принципы физиотерапии ран и ожогов . . . . . 339
  - 17.4. Принципы физиотерапии дистрофии . . . . . 340
- Тестовые задания . . . . . 341  
Рекомендуемая литература . . . . . 343

#### Глава 18. Персонализированная физиотерапия . . . . . 344

- 18.1. Физиогенетика . . . . . 344
  - 18.2. Возрастные аспекты физиотерапии . . . . . 347
  - 18.3. Гендерные аспекты физиотерапии . . . . . 351
  - 18.4. Физиопатические реакции . . . . . 353
  - 18.5. Деонтология в физиотерапии . . . . . 356
- Тестовые задания . . . . . 357

#### Глава 19. Физиотерапия в современных концепциях организации медицинской помощи . . . . . 359

- 19.1. Физиотерапевтические аспекты клинической реабилитации . . . . . 360
  - 19.2. Физиотерапия в программах восстановительной медицины . . . . . 363
  - 19.3. Оздоровительные методы . . . . . 366
  - 19.4. Физические методы лечения в СПА-медицине . . . . . 368
- Тестовые задания . . . . . 371  
Рекомендуемая литература . . . . . 371

#### Глава 20. Организация физиотерапевтической помощи в лечебных учреждениях . . . . . 372

- Тестовые задания . . . . . 385
- Рекомендуемая литература . . . . . 388
- Ответы на тестовые задания . . . . . 389
- Приложения . . . . . 391

## ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

### 3.1. Низкочастотная электротерапия

#### 3.1.1. Амплипульстерапия

*Амплипульстерапия — лечебное воздействие на организм синусоидальными модулированными токами.*

Это переменные электрические токи частотой 5000 Гц, модулированные по амплитуде, что и было положено в основу названия метода (*амплипульс* — амплитудные пульсации). Наряду с амплитудной, такие токи подвергаются также и низкочастотной модуляции.

Подводимые к телу больного синусоидальные модулированные токи активируют потенциалзависимые ионные каналы нейролеммы и сарколеммы, что приводит к изменению исходной поляризации мембран и генерации потенциалов действия (спайков). Формирующиеся в подлежащих тканях токи проводимости возбуждают нервные и мышечные волокна. Количество активируемых ионных каналов обусловлено соответствием частоты модуляции переменного тока и кинетических характеристик ионных каналов, а также глубиной амплитудной модуляции: чем ниже частота модуляции воздействующего переменного тока, тем большую продолжительность имеют серии его колебаний. Открываются не только преобладающие на возбудимых мембранах быстро активирующиеся ионные каналы, но и медленно активирующиеся. В результате стимулирующее действие тока усиливается. Напротив, при повышении частоты модуляции и уменьшении продолжительности серий колебаний действие тока становится слабее. Чем больше глубина ампли-

тудной модуляции переменного тока, тем с большей вероятностью в процесс возбуждения вовлекаются ионные каналы не только с низкими, но и с высокими порогами срабатывания. Следовательно, нейромиостимулирующий эффект синусоидально модулированных токов параметрически зависит как от частоты, так и от глубины их модуляции. Возбуждающий эффект таких токов сильнее, чем у постоянного тока, но уступает диадинамическим (пороговая сила тока составляет для кожи и слизистых оболочек  $2,3 \pm 0,2$  мА).

Вследствие сниженного сопротивления тканей переменному току в значительной плотности токов в глубжележащих тканях в процесс возбуждения вовлекаются кожные, мышечные и висцеральные афферентные волокна, а также двигательные и вегетативные нервные волокна. Из-за совпадения частоты модуляции с частотой следования спайков по нервным волокнам разных типов в них формируется ритмически упорядоченный поток афферентной импульсации в ЦНС. Это позволяет широко использовать синусоидальные модулированные токи для купирования болевого синдрома, механизмы которого сходны с механизмом диадинамических токов (см. раздел 2.2.4), но развиваются в глубжележащих тканях и вызывают более эффективную блокаду периферических проводников болевой чувствительности. Вследствие слабой адаптации к таким токам в ЦНС формируется выраженная доминанта ритмического раздражения, связанная сильными временными связями с центрами нейроэндокринной регуляции головного мозга. Такая доминанта приводит к быстрому угасанию болевой доминанты, а также стимулирует трофическую функцию



симпатической нервной системы и выделение опиоидных пептидов в мозговом стволе. Такие токи активизируют микроциркуляторное русло ишемизированных тканей, уменьшают венозную застой и периневральные отеки, которые часто являются причиной болевых ощущений.

Серии синусоидальных модулированных токов способны вызвать ритмическое сокращение большого числа миофибрилл, однако из-за периодического изменения направления токов проводимости миостимулирующее действие выражено здесь в меньшей степени по сравнению с диадинамическими токами, но реализуется и в гладких мышцах внутренних органов. В результате конвергенции восходящих афферентных потоков на различных уровнях ЦНС происходит активация сосудодвигательного и дыхательного центров, которая усиливается при непосредственном воздействии синусоидальных модулированных токов на подкорковые центры большого мозга (трансцеребральная амплипульстерапия). Их эффекты более выражены, чем у прямоугольных токов, а рефлекторные реакции нервных проводников черепных нервов выражены слабее. Это приводит к выраженным изменениям гемодинамики и функции внешнего дыхания — урежается частота сердечных сокращений и дыхания, повышается тонус мозговых сосудов, увеличивается артериальный приток и венозный отток, что вызывает нарастание температуры тканей на 0,8—1 °С. Такие токи эффективно модулируют показатели центральной и регионарной (мозговой и почечной) гемодинамики независимо от их гемодинамических нарушений. Наряду с этим синусоидальные модулированные токи повышают тонус кишечника, желчевыводящих путей и мочеточников. Активация трофических волокон восстанавливает функции внутренних органов при их дистрофических изменениях и стимулирует репаративную регенерацию.

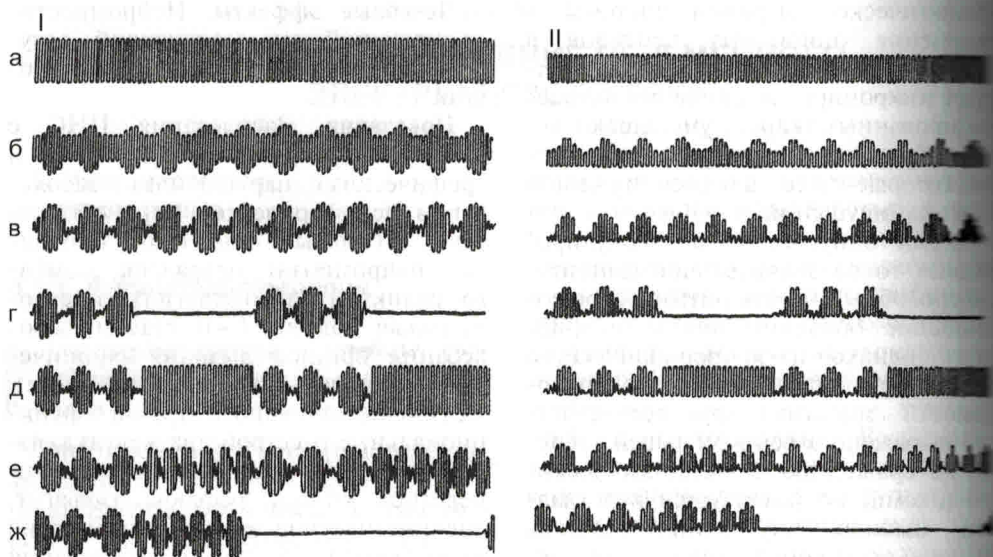
**Лечебные эффекты.** Нейромиостимулирующий, анальгезирующий, сосудорасширяющий, трофостимулирующий.

**Показания.** Заболевания ЦНС с двигательными, вегетососудистыми и трофическими нарушениями, заболевания периферической нервной системы с болевым синдромом (каузалгия, нейромиозит, невралгия, люмбаго, радикулит, симпаталгия), гипертоническая болезнь I—II стадии, заболевания органов дыхания (хронический бронхит, бронхиальная астма), желудочно-кишечного тракта (функциональные расстройства желудка, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, рефлюкс-эзофагит, дискинетические запоры, дискинезия желчевыводящих путей), заболевания суставов (ревматоидный артрит, деформирующий артроз, периартрит), воспалительные заболевания органов малого таза, энурез<sup>B</sup>.

**Противопоказания.** Острые и подострые воспалительные заболевания внутренних органов, переломы с нефиксированными костными отломками, желчно- и мочекаменная болезнь, повышенная чувствительность к электрическому току, психоз, рассеянный склероз, посттромботическая болезнь.

**Параметры.** Процедуры амплипульстерапии выполняют при помощи переменных синусоидальных токов частотой 5 кГц, модулированных по частоте в диапазоне 10—150 Гц. Глубина их амплитудной модуляции достигает 100 %. Для лечебного воздействия применяют два режима их генерации. В переменном режиме используют амплитудные пульсации тока, а в постоянном — монополярные синусоидальные импульсы. Амплитуда модулирующего тока не превышает 50 мА. Амплипульстерапию осуществляют отдельными сериями колебаний тока, следующими в определенной последовательности, которые определяют род работы. Выделяют пять основных родов работы (рис. 3.1).

**Первый род работы** (IPR, ПМ, *постоянная модуляция*). Модуляция тока



**Рис. 3.1.** Основные виды синусоидальных модулированных токов.

I — переменный режим генерации; II — постоянный режим генерации; а — немодулированные колебания (несущая частота), IPR (ПМ) — постоянная модуляция; б — неполная (50 %) глубина модуляции; в — полная (100 %) глубина модуляции; г — ПРР (ПП) — посылки модулированного тока сочетаются с паузами; д — ШРР (ПН) — посылки модулированного тока сочетаются с посылками несущей частоты; е — IVPP (ПЧ) — сочетание посылок тока с различной частотой модуляции; ж — VPP (ПЧП) — сочетание посылок тока с различной частотой модуляции с паузами.

основной (несущей) частоты, токами фиксированной частоты (в диапазоне 10—150 Гц) и глубины модуляции (см. рис. 3.1, а—в). Сила возбуждающего эффекта нарастает с уменьшением частоты модуляции и увеличением ее глубины.

**Второй род работы** (ПРР, ПП, *посылки-паузы*). Сочетание посылок тока несущей частоты, модулированных одной частотой (в диапазоне 10—150 Гц) с паузами. Продолжительность посылок тока и пауз дискретна в пределах 1—6 с (см. рис. 3.1, г). Такой режим обеспечивает выраженную контрастность воздействия синусоидальных модулированных токов на фоне пауз и обладает наиболее выраженным нейромиостимулирующим эффектом.

**Третий род работы** (ШРР, ПН, *посылки-несущая частота*). Сочетание посылок тока, модулированного определенной частотой (в диапазоне 10—

150 Гц), с посылками немодулированного тока частотой 5 кГц. Продолжительность посылок тока дискретна в пределах 1—6 с (см. рис. 3.1, д). Стимулирующее действие синусоидальных модулированных токов в таком сочетании выражено меньше, чем в предыдущем режиме, но начинает проявляться анальгезирующей эффект.

**Четвертый род работы** (IVPP, ПЧ, *перемежающиеся частоты*). Сочетание чередующихся посылок тока с частотой модуляции 150 Гц и другой частотой в диапазоне 10—150 Гц (см. рис. 3.1, е). Синусоидальные модулированные токи в этом случае оказывают наибольший анальгезирующий эффект, который возрастает при уменьшении разности между частотой 150 Гц и избранной частотой модуляции.

**Пятый род работы** (VPP, ПЧП, *перемежающиеся частоты-паузы*). Сочетание чередующихся посылок тока с различными частотами модуляции в



Рис. 3.2. Процедура амплипульстерапии.



диапазоне 10—150 Гц и пауз между импульсами (рис. 3.1, ж). Такой режим обеспечивает слабовыраженную контрастность воздействия синусоидальных модулированных токов на фоне пауз и обладает мягким нейростимулирующим и трофическим действием.

Стимулирующий эффект значительно усиливается в выпрямленном режиме при использовании II и V родов работы. В этом режиме синусоидальные модулированные токи по своим эффектам в наибольшей степени сходны с диадинамическими. Кроме того, в выпрямленном режиме возможно проведение амплипульсфореза лекарственных веществ.

Процедуры проводят с помощью аппаратов «Амплипульс-5», -6, -7, -8, аппаратов-комбайнов ЭлЭСКУЛАП, «Станг-Физио», ИРГА+.

**Методика.** Процедуры проводят больному в условиях максимального расслабления мышц. Используют пластинчатые электроды прямоугольной или круглой формы, площадь которых должна быть соизмерима с размерами патологического очага (рис. 3.2).

Электроды фиксируют с помощью эластичных бинтов, повязок, мешочков с песком или подкладывая электроды под тело больного. Воздействия синусоидальными модулированными токами проводят с использованием нескольких родов работы. Чем более выражен болевой синдром, тем в большей

степени увеличивают частоту модуляции тока в ППП, которым воздействуют 3—5 мин. Напротив, в IVPP разница частот должна быть небольшой (обычно используют частоты модуляции 90 и 120 Гц или 130 и 150 Гц), длительность посылок 1—2 с, а воздействие ограничено 3—4 мин. С уменьшением болевого синдрома к 3—4-й процедуре частоту модуляции уменьшают до 30—60 Гц, а глубину модуляции увеличивают до 50—75 %. При нерезко выраженных болях с атрофией мышц на пораженные ткани воздействуют синусоидальными модулированными токами ППП, а затем IVPP по 3—5 мин.

Амплипульстерапию сочетают с лекарственным электрофорезом (амплипульсфорез), с лечебными грязями (амплипульспелоидотерапия), криотерапией (криоамплипульсфорез), ультразвуковой терапией (амплипульсфонофорез).

Дозирование процедур амплипульстерапии осуществляют по плотности тока, частоте и глубине модуляции, длительности его посылок. Плотность тока, подводимого к тканям больного, не должна превышать  $0,1 \text{ мА/см}^2$ . Помимо объективных показателей, учитывают также ощущение больным мягкой безболезненной вибрации под обоими электродами.

Продолжительность проводимых ежедневно или через день воздействий не превышает 20—30 мин, на

курс назначают 6—10 процедур. При сильном болевом синдроме допускается проведение процедур 2 раза в день. При необходимости повторный курс амплипульстерапии назначают через 15—30 дней.

### 3.1.2. Миоэлектростимуляция

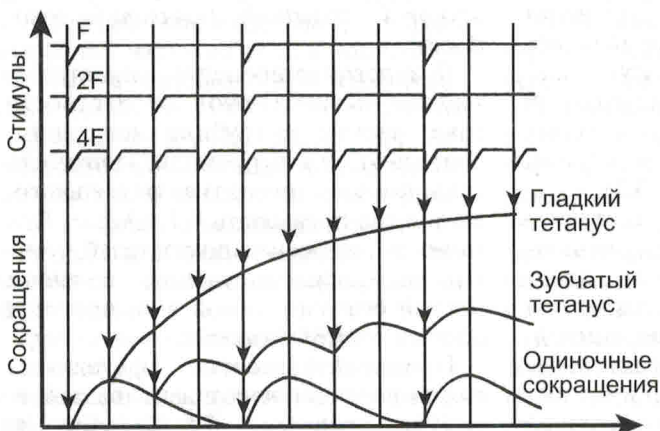
**Миоэлектростимуляция** — лечебное воздействие на скелетные мышцы низкочастотными токами.

Подводимые к телу больного серии (син.: пачки, бусты) коротких низкочастотных токов вызывают в глуболежащих скелетных мышцах значительные токи проводимости. При раздражении электрическим током мышц изменяется их биоэлектрическая активность и формируются спайковые ответы в иннервирующих тонических и фазных волокна нервных проводниках группы  $A\alpha_1$  и  $A\alpha_2$ , которые приводят к сокращению мышц. Электростимуляция токами низкой частоты (до 20 имп/с) вызывает сокращение преимущественно тонических («красных») мышечных волокон, а более высокой частоты (20—150 имп/с) — фазных («белых») волокон.

Электрические токи с частотой, превышающей 10 имп/с, вызывают суммационный эффект деполяризации и сильное длительное сокращение

мышцы — *тетанус*. При частоте электростимуляции 10—20 имп/с происходит частичное расслабление и последующее сокращение скелетной мышцы (*зубчатый тетанус*). По мере увеличения частоты мышца не расслабляется вследствие частого следования электрических импульсов и наступает *гладкий тетанус* (*оптимум возбуждения*), который при дальнейшем нарастании частоты сменяется полной возбудимостью (*пессимумом возбуждения*), что связано с инактивацией миочувствительных каналов субсинаптической мембраны концевой пластинки (рис. 3.3). Миостимулирующий эффект низкочастотных токов, как и синусоидальных модулированных, параметрически зависит от частоты и глубины их модуляции и выражается сильнее, чем у постоянного тока. Сила сокращения при гладком тетанусе намного больше, чем при зубчатом или одиночных сокращениях.

Происходящие при электростимуляции сокращения и расслабления мышечных волокон препятствуют атрофии мышц и особенно эффективны для ее профилактики при иммобилизации конечностей, а также для целенаправленной тренировки отдельных мышц и их групп, которая эффективна при сохранении более чем 20% моторных единиц мышцы. В саркоплазме нарастает содержание макро-



**Рис. 3.3.** Зависимость сокращения мышц от частоты подаваемых импульсных токов (лестница Боудича).



## ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ ФИЗИОТЕРАПИЯ

**Персонализированная физиотерапия** — раздел физиотерапии, изучающий феномены, определяющие лечебные эффекты физических факторов.

Причины различий лечебных эффектов физических факторов у больных с одинаковым заболеванием обусловлены не только уровнем базовых функций, нарушенных у конкретных пациентов, но и многочисленными ассоциированными с ними клиническими состояниями, связанными с нарушениями метаболизма и поражением органов-мишеней. Общепринятым подходом к назначению физических методов лечения у пациентов является стандартизированный, который при сочетанной патологии и ограниченной возможности учета вариантов их взаимодействия приводит к полипрагмазии и низкой эффективности лечения.

Альтернатива стандартизованному подходу — *персонализированный (персонифицированный) подход, основанный на назначении больному физических методов лечения с учетом факторов, определяющих (ограничивающих или существенно модулирующих) их лечебные эффекты — детерминант их эффективности: генетических, функциональных (гемодинамических, респираторных и пр.) и метаболических*. Состав детерминант эффективности физиотерапии представлен в моделях прогноза эффективности у пациентов с определенным видом патологии. Основанием для назначения пациенту физического лечебного фактора является положительный прогноз эффективности лечения.

Методология разработки математических моделей прогноза эффективности включает несколько этапов. На I этапе определяют показатели, отражающие динамику данного заболевания, на II оценивают влияние фактора

на качество жизни пациентов. Качество жизни является одним из основных «несуррогатных» критериев эффективности лечения, поэтому его исследование позволяет сделать вывод о целесообразности применения данного физического лечебного фактора у данной категории больных и, следовательно, перспективности его применения. Третий этап алгоритма включает изучение влияния фактора на клинические, лабораторные и инструментальные показатели, а также его эффективность у пациентов с различными вариантами генетического полиморфизма. Его результаты используют для определения потенциальных детерминант эффективности на IV этапе алгоритма. Критерии эффективности лечения больных представляют собой параметры-отклики, характеризующие исходный лечебный эффект. На заключительном V этапе выполняют построение математической модели прогноза эффективности лечения. Входными показателями представляют собой детерминанты эффективности физических факторов для определенной категории больных. Персонализация физиотерапии диктует тактику ведения пациентов в соответствии с современными рекомендациями по лечению основных нозологических форм заболеваний.

## 18.1. Физиогенетика

**Физиогенетика** — раздел физиотерапии, изучающий генетические основы индивидуальной чувствительности больных к лечебным физическим факторам, закономерности их влияния на функциональные свойства генов (экспрессию, нестабильность, межгенные взаимодействия и др.) и связанные с ним различные звенья патогенеза заболевания.

Данный раздел физиотерапии выделен на основании результатов исследования роли генетических факторов в индивидуальных реакциях организма пациентов на лечебные физические факторы. В процессе этих исследований выявлена взаимосвязь феномена диссоциации лечебных эффектов физических факторов с полиморфизмом генов, определяющих синтез белков-мишеней воздействия этих факторов. Такая связь отражает фундаментальное свойство фингерпринта (наследственного отпечатка) — наличия у индивидуума неповторимой наследственной основы биохимической индивидуальности человека, что обусловлено его геномом, и определенную генетическую детерминированность реакций организма на лечебные физические факторы. Достижения молекулярной медицины не оставляют сомнений в том, что аллельные полиморфизмы определяют особенности реакций каждого человека на лечебные физические факторы, а также индивидуальную чувствительность к ним.

Физиогенетика изучает особенности индивидуальных реакций организма и его метаболизма на лечебные физические факторы в зависимости от функциональных особенностей индивидуальных генов. Она базируется на фундаментальном законе *гетерогенности физиотерапии* (см. *Введение*).

*Целью физиогенетики* является изучение генетических аспектов оценки эффективности действия лечебных физических факторов на организм пациентов с различными (преимущественно мультифакториальными) заболеваниями.

#### **Основные задачи физиогенетики:**

- выявление высокосignальных корреляций полиморфизма генов, участвующих в развитии различных звеньев патогенеза заболеваний, с лечебными эффектами физических факторов;

- определение функционально неблагоприятных аллелей генома больных для конкретных лечебных физических факторов;
- включение генетических маркеров в схемы оптимизации физиотерапевтической помощи больным с наиболее изученными мультифакториальными заболеваниями;
- анализ роли всей совокупности генов мультифакториальных заболеваний и проводимой медикаментозной терапии в реализации лечебных эффектов физических факторов.

Физиогенетика включает в себя три основных *направления научных исследований*:

- анализ генетических систем, ответственных за механизм действия лечебных физических факторов в организме, их полиморфизма и корреляции полиморфизмов с различными видами реакций в когортах популяций на физические факторы;
- анализ генных сетей, включающих гены, кодирующие органы (клетки, молекулярные ансамбли) — мишени воздействия лечебных физических факторов в организме, их полиморфизма и роли этого полиморфизма в различной эффективности физиотерапии;
- развитие программ лечения, основанных на модуляции физическими факторами процессов введения в организм новой генетической информации, исправляющей наследственные или приобретенные генетические дефекты, или подавления генетических изменений, связанных с воздействием инфекционных агентов, либо неблагоприятных факторов среды (физиомодифицированная генная терапия).

Стремительный рост объема информации о структуре и функциях генома позволяет произвести анализ молекулярных механизмов, состав-



ляющих основу индивидуальных реакций на лечебные физические факторы.

Наличие генетической основы индивидуальной чувствительности пациентов к лечебным физическим факторам и влияния их на нестабильность и экспрессию генов требует учета закономерностей этого влияния на функциональные свойства генома (экспрессию, нестабильность, межгенные взаимодействия и др.) и связанных с ними различных звеньев патогенеза заболевания, определения функционально неблагоприятных аллелей генома больных для применения конкретных лечебных физических факторов.

Физиогенетика является одним из перспективных направлений индивидуализации физиотерапии и позволяет на генном уровне определить ведущие причины и пути развития заболевания, активированные патогенетические (нейрогуморальные, клеточные, гемодинамические, трофические и т. д.) звенья и затем выбрать наиболее эффективно действующий на эти звенья физический фактор. На сегодняшний день в этом направлении ведется интенсивный научный поиск.

Реализация на практике результатов раскрытия генома делает доступной более широкую оценку вклада генетического полиморфизма в реализацию эффектов лечебных физических факторов у больных с различными заболеваниями. Карта полиморфизмов генов может быть использована для обнаружения аллелей, важных для развития различных заболеваний и реакций пациентов на физические факторы. Сегодня достижения в клинической генетике связывают с выделением аллелей (вариантов) различных генов, оценкой их частоты и обнаружением связей определенных аллелей с фенотипическими проявлениями и попыткой обнаружения прогностических признаков.

Экспоненциальный рост знаний о роли генотипа и генетической пред-

расположенности в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний позволяет сформулировать новые физиотерапевтические подходы и рассчитывать на дальнейшую интеграцию молекулярного подхода в клиническую практику. Данные физиогенетики позволяют принимать решение о назначении лечебных физических факторов, прогнозировать лечебный эффект исходя из индивидуального профиля генной экспрессии пациента (фенотипа).

В последние годы выявлена связь эффектов лазеротерапии с полиморфизмом генов ангиотензиногена и ангиотензинпревращающего фермента эндотелиальной NO-синтазы, спонтанного ультрафиолетового излучения — с полиморфизмом гена ангиотенза р53, климатотерапии — с полиморфизмом генов, определяющих сократительную функцию миокарда (глобулин фосфоламбан,  $Ca^{2+}$ -АТФаза), его метаболизм (инсулиноподобный фактор роста 1-го типа) и факторы регуляции (ген белка- $\beta$ -адреноресептора), питьевого лечения минеральными водами — с полиморфизмом генов, определяющих группы крови. Полученные факты создают прочную генетическую основу прогноза эффективности комплексного воздействия физических факторов.

Результаты проведенных комплексных многоплановых исследований подтверждают наличие генетической основы индивидуальной чувствительности пациентов к лечебным физическим факторам и их влияния на нестабильность и экспрессию генов.

Сегодня выявлено значительное число генов, полиморфизм которых варьирует реакции организма на лечебные физические факторы. Необходимость дальнейшего расширения числа изученных генов очевидна, так как помогает избежать неэффективных методов воздействия лечебными физическими факторами.

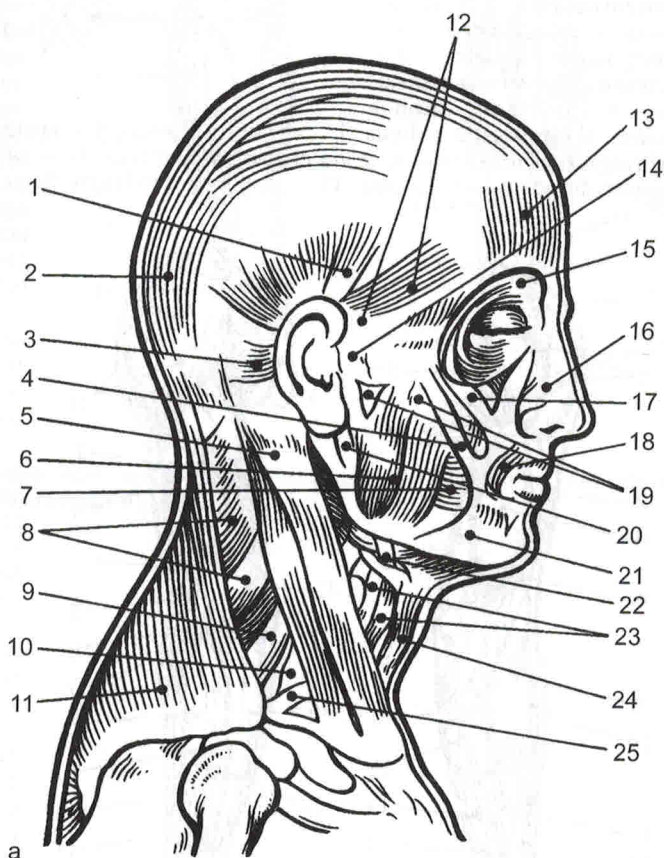
Идентификация детерминант генетической предрасположенности к конкретной нозологической форме позво-

## Приложение 1

### ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ МЫШЦ И НЕРВОВ

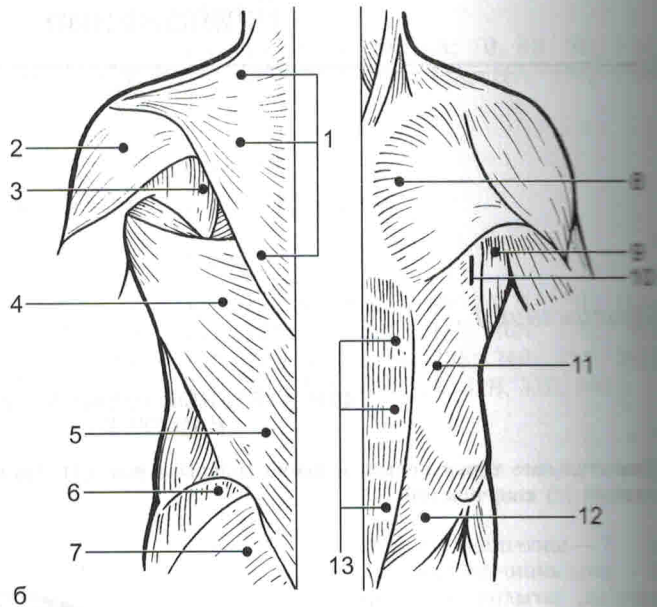
Двигательные точки нервов и мышц головы и шеи (а), груди и живота (б), верхней (в) и нижней (г) конечностей

а: 1 — височная мышца; 2 — затылочно-лобная мышца, затылочное брюшко; 3 — задняя ушная мышца; 4 — большая скуловая мышца; 5 — грудино-ключично-сосцевидная мышца; 6 — жевательная мышца; 7 — щечная мышца; 8 — ременные мышцы головы и шеи; 9 — мышца, поднимающая лопатку; 10 — лестничная мышца; 11 — трапециевидная мышца; 12 — верхняя ветвь лицевого нерва; 13 — затылочно-лобная мышца, лобное брюшко; 14 — ствол лицевого нерва; 15 — круговая мышца глаза; 16 — носовая мышца, крыльчатая часть; 17 — малая скуловая мышца; 18 — круговая мышца рта; 19 — средняя ветвь лицевого нерва; 20 — нижняя ветвь лицевого нерва; 21 — мышца, опускающая нижнюю губу; 22 — шилоподъязычная мышца; 23 — грудино-подъязычная мышца; 24 — грудино-щитовидная мышца; 25 — лопаточно-подъязычная мышца.

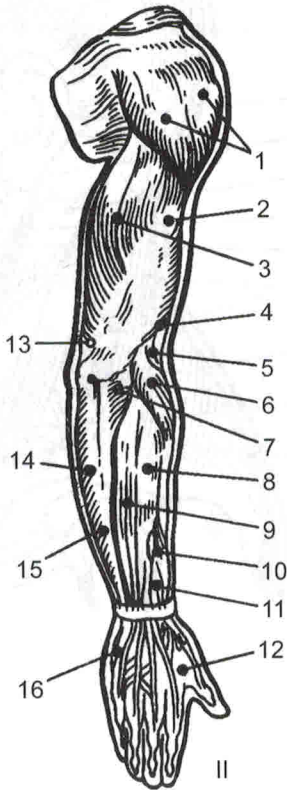
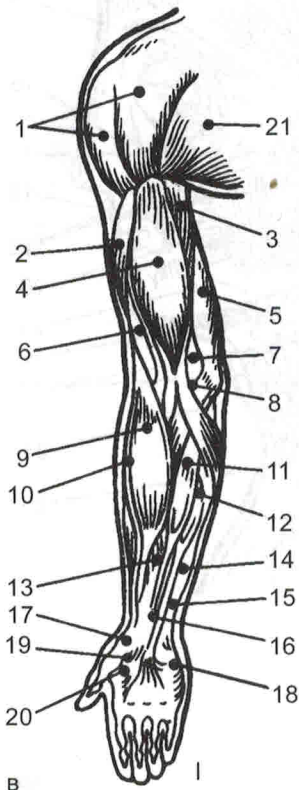




**б:** 1 — трапециевидная мышца; 2 — дельтовидная мышца; 3 — подостная мышца; 4, 9 — широчайшая мышца спины; 5 — мышца, выпрямляющая позвоночник; 6 — средняя ягодичная мышца; 7 — большая ягодичная мышца; 8 — большая грудная мышца; 10 — длинный грудной нерв; 11 — наружная косая мышца живота; 12 — внутренняя косая мышца живота; 13 — прямая мышца живота.



**в:** I — передневнутренняя поверхность: 1 — дельтовидная мышца; 2, 5 — трехглавая мышца; 3 — клювовидно-плечевая мышца; 4 — двуглавая мышца плеча; 6 — плечевая мышца; 7 — срединный нерв; 8 — круглый пронатор кисти; 9 — плечелучевая мышца; 10 — лучевой сгибатель запястья; 11 — длинная ладонная мышца; 12 — короткая ладонная мышца; 13 — длинный сгибатель большого пальца кисти; 14 — поверхностный сгибатель пальцев; 15 — локтевой нерв; 16 — срединный нерв; 17 — мышца, отводящая большой палец кисти; 18 — мышца, отводящая мизинец; 19 — короткий сгибатель большого пальца кисти; 20 — мышца, приводящая большой палец кисти; 21 — большая грудная мышца.

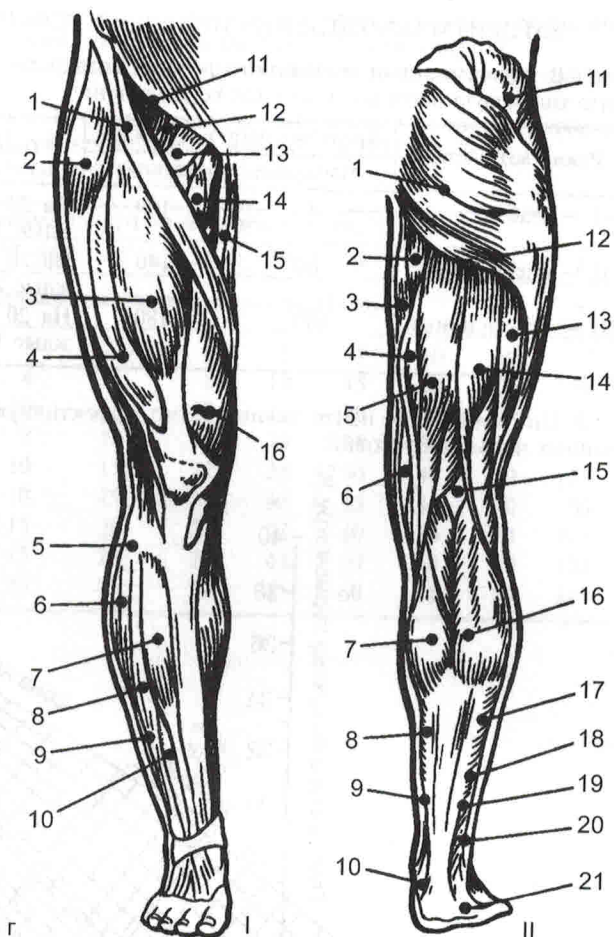


II — задненаружная поверхность: 1 — дельтовидная мышца; 2 — трехглавая мышца, латеральная головка; 3 — трехглавая мышца, длинная головка; 4 — лучевой нерв; 5 — плечелучевая мышца; 6 — длинный лучевой разгибатель запястья; 7 — супинатор; 8 — разгибатель пальцев; 9 — разгибатель мизинца; 10 — короткий разгибатель большого пальца кисти; 11 — длинный разгибатель большого пальца кисти; 12 — тыльная межкостная мышца; 13 — трехглавая мышца, медиальная головка; 14 — локтевой разгибатель запястья; 15 — глубокий разгибатель II пальца; 16 — мышца, отводящая мизинец.

**в**

**II**

г: I — передняя поверхность:  
 1 — портняжная мышца; 2 — напрягатель широкой фасции; 3 — четырехглавая мышца бедра; 4 — латеральная широкая мышца бедра; 5 — малоберцовый нерв; 6 — длинная малоберцовая мышца; 7 — передняя большеберцовая мышца; 8 — разгибатель пальцев; 9 — короткая малоберцовая мышца; 10 — разгибатель большого пальца стопы; 11 — бедренный нерв; 12 — подвздошно-поясничная мышца; 13 — гребенчатая мышца; 14 — длинная приводящая мышца; 15 — большая приводящая мышца; 16 — медиальная широкая мышца бедра. II — задняя поверхность:  
 1 — большая ягодичная мышца; 2 — длинная приводящая мышца; 3 — большая приводящая мышца; 4 — полусухожильная мышца; 5 — полуперепончатая мышца; 6 — портняжная мышца; 7 — икроножная мышца, медиальная головка; 8, 17 — камбаловидная мышца; 9 — сгибатель пальцев; 10 — задняя большеберцовая мышца; 11 — малая ягодичная мышца; 12 — седалищный нерв; 13 — латеральная широкая мышца бедра; 14 — двуглавая мышца бедра; 15 — большеберцовый нерв; 16 — икроножная мышца; 18 — длинная малоберцовая мышца; 19 — короткая малоберцовая мышца; 20 — сгибатель большого пальца стопы; 21 — мышца, отводящая мизинец стопы.



г

I

II

11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21



## Приложение 2

### АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ВАНН

1. В зависимости от выбранного режима воздействия по таблице определить требуемую холодовую нагрузку и порядок ее увеличения.

Режим воздействия	Холодовая нагрузка, $\text{кДж} \cdot \text{м}^2$		Порядок увеличения	ЭЭТ, $^{\circ}\text{C}$ , не ниже
	исходная	максимальная		
I — слабый	40	100	На $20 \text{ кДж/м}^2$ через каждые 3—5 сут	17—18
II — умеренный	60	140	На $20 \text{ кДж/м}^2$ через каждые 2—3 сут	12—15
III — интенсивный	100	180	На $20 \text{ кДж/м}^2$ через каждые 1—2 сут	10—12

2. По номограмме найти эквивалентно-эффективную температуру (ЭЭТ) с учетом данных погодных условий:

